

HESSEN



Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Wohnen

# Landesweite Klimaanalyse Hessen

Datengrundlage für die Regionalplanung

UEK-Sitzung, 24.02.2022

- Planerischer Handlungsauftrag / Fragestellung
- Methodik
- Ermittlung der
  - regionalplanerisch bedeutsamen bioklimatisch belasteten Siedlungsräume (Wirkräume)
  - belüftungsrelevanten Strömungssysteme (Ausgleichsräume)
- Ermittlung der Relevanz der belüftungsrelevanten Strömungssysteme  
⇒ Vorschläge für regionalplanerische Festlegungen

## Auszug:

G 4.6-3 „Im Regionalplan/RegFNP - Karte - sind die Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete sowie die Kalt- und Frischluftabflussschneisen, die im räumlichen Zusammenhang mit belasteten Siedlungsbereichen stehen und wichtige Aufgaben für den Klima- und Immissionsschutz erfüllen, als „Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen“ ausgewiesen.

Diese Gebiete sollen von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion bzw. den Transport frischer und kühler Luft behindern können, freigehalten werden. [...]

# 3. Änderung des Landesentwicklungsplans

---



## Auszug:

4.2.3-3 (Z) *„In den Regionalplänen sind die regional bedeutsamen Luftleitbahnen sowie die für das Siedlungsklima bedeutsamen Flächen des Freiraums (Kalt-/Frischluf-entstehungsgebiete), die im räumlichen Zusammenhang mit lufthygienisch und/oder bioklimatisch belasteten Siedlungsräumen stehen und wichtige Aufgaben für den Klima- und Immissionsschutz wahrnehmen, als „Vorranggebiete für besondere Klimafunktionen“ bzw. „Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen“ festzulegen.“*

## Landesweite Klimaanalyse - Fragestellungen, u.a.

---

- Wie sind - im regionalplanerischen Maßstab - thermisch belastete Siedlungsräume definiert?
- Wann ist eine Luftleitbahn / ein Kaltluftentstehungsgebiet regional bedeutsam?
- Wie ist eine Unterscheidung zwischen Vorrang- und Vorbehaltsgebiet für besondere Klimafunktionen möglich?

- ⇒ Zur Abgrenzung z.B. regional bedeutsamer Kaltluftströme / bioklimatisch belasteter Siedlungsgebiete existieren keine Beurteilungsmaßstäbe.
- ⇒ Werte (z.B. Lufttemperatur) sind immer in Bezug zum Untersuchungsraum zu interpretieren.

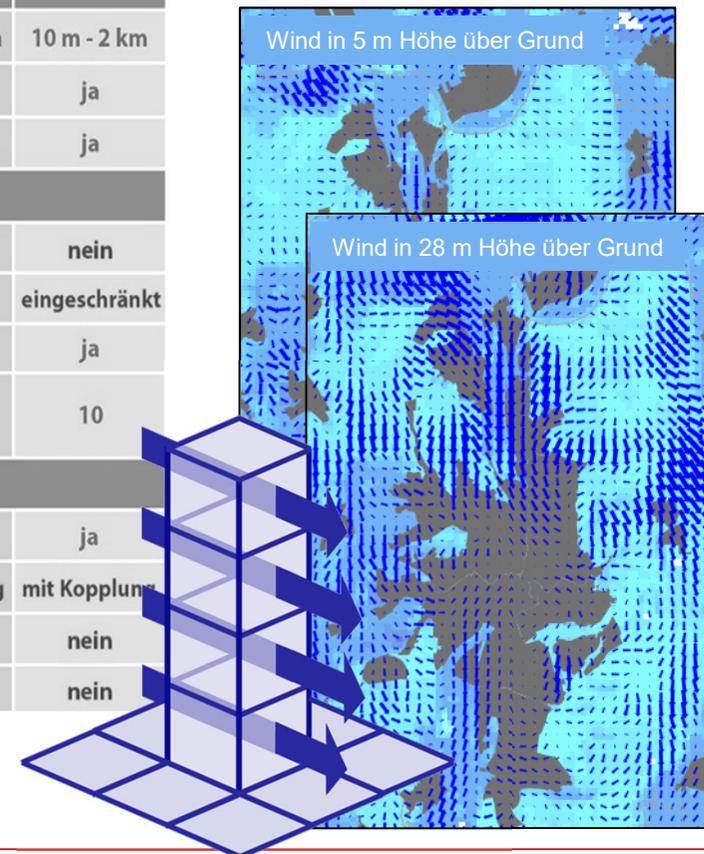
# Simulationsmodell FITNAH

## Identifikation eines geeigneten Simulationsmodells

(⇒ Durchführung eines Workshops)

	<b>FITNAH</b>	<b>METRAS PCL</b>	<b>MUKLIMO_3</b>	<b>KLAM_21</b>	<b>KALM</b>	<b>DFM</b>
Typische Rastergröße	50 m - 10 km	50 m - 10 km	1 m - 500 m	10 m - 500 m	10 m - 200 m	10 m - 2 km
Einsatz in Regionalpl.	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Einsatz in Stadtplanung	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>WIRKLICHKEITSNÄHE</b>						
mehrere Luftschichten	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Flurwindeffekte	ja	ja	ja	ja	nein	eingeschränkt
Nesting	ja	ja	ja	ja	ja	ja
vordef. Nutzungsarten (+Maximalanzahl)	12 (beliebig)	10	22 (max. 99)	9 (max. 30)	8	10
<b>FUNKTIONSUMFANG</b>						
Kaltluftproduktion	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Schadstoffbelastung	mit Kopplung	mit Kopplung	nur Tracer	nur Tracer	mit Kopplung	mit Kopplung
Bioklimat. Belastung	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Klimawandel	ja	ja	ja	nein	nein	nein

Aus: Modellgestützte Klimaanalysen und -bewertungen für die Regionalplanung, Modellvorhaben der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“, 2013



# Akteure



## Eingebundene Akteure

oberste / obere Landesplanung,  
Regionalverband FrankfurtRheinMain

## Begleitender Arbeitskreis

(u.a. DWD, HLNUG)



Regierungspräsidien  
Kassel, Gießen, Darmstadt



Regionalverband  
FrankfurtRheinMain



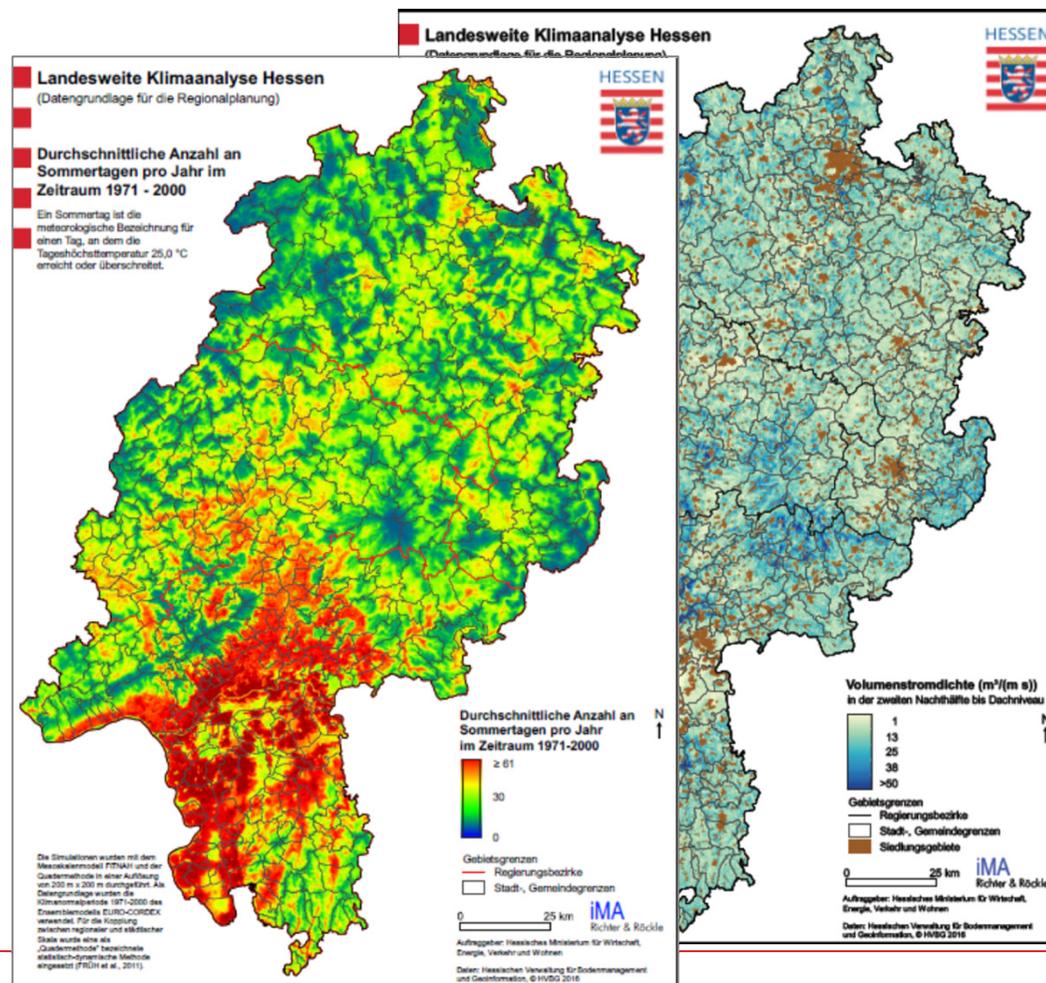
Für eine lebenswerte Zukunft

# Landesweite Klimaanalyse - Vorgehen



# FITNAH - Simulationsergebnisse

Für ganz Hessen liegen meteorologische Grundlagendaten in einer Rechengitterauflösung von 200 m x 200 m / für den Regionalverband von 50 m x 50 m vor.



u.a. zu:

- Lufttemperatur
- Kaltluftentstehungsgebiete
- Volumenstromdichte/Volumenströme
- „gefühlte Temperatur“ (PET)\*
- Windrichtung/Windgeschwindigkeit
- Anzahl heißer Tage ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ )
- Anzahl Sommertage ( $\geq 25^{\circ}\text{C}$ )
- Auswirkungen voraussichtlicher Temperaturanstieg

\* Physiologische Äquivalente Temperatur

# Thermisch belastete Siedlungsgebiete - Wirkräume (I)

## Empfindlichkeit

- Einwohnerdichte pro Hektar
- Ortsgröße in Hektar

## Thermische Bedingungen

- Wärmebelastung tagsüber (PET 13:00 Uhr)
- Anzahl der Sommertage (Häufigkeit von Wärmebelastung)
- Nächtliche Lufttemperatur (04:00 Uhr)

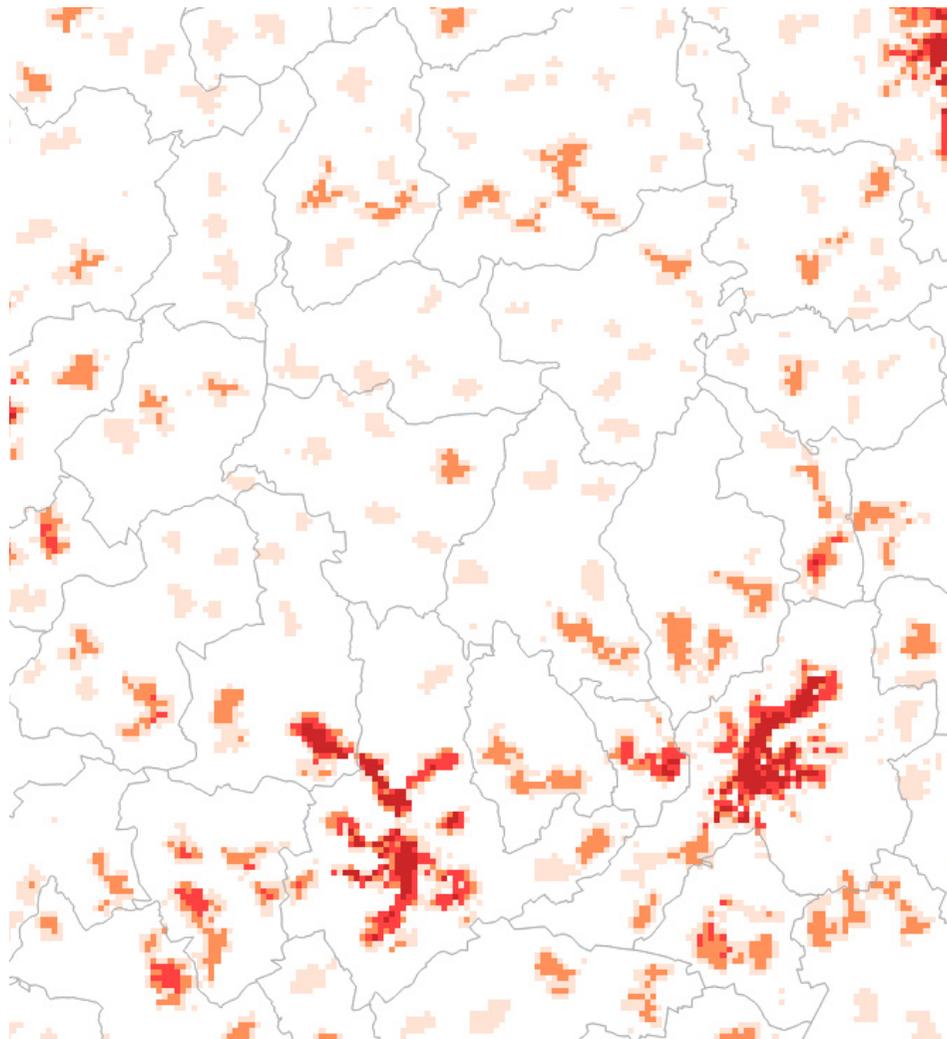
## Thermische Betroffenheit

Empfindlichkeit der Bevölkerung							
		Einwohnerdichte pro Hektar					
		≤ 10	11 – 50	51 – 100	101-200	201 – 500	> 500
Ortsgröße Fläche (ha)	keine Ortslage	–	gering	gering	mittel	mittel	hoch
	≤ 100	gering	gering	mittel	mittel	hoch	hoch
	> 100 – 200	mittel	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch
	> 200 – 400	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch	hoch
	> 400 – 1000	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	sehr hoch
	> 1000	hoch	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch

		Wärmebelastung tagsüber			
		PET (°C), 13:00 Uhr			
		≤ 29°C	>29°–35°C	>35°–41°C	>41°C
Wärmebelastung nachts Lufttemperatur nachts 4:00 Uhr WÖZ	< 50 % Perzentil	gering	gering	gering	mittel
	≤ 80 % Perzentil	gering	gering	gering	mittel
	> 80 – 90 % Perzentil	gering	mittel	mittel	hoch
	>90 – 95 % Perzentil	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
	>95 – 97,5 % Perzentil	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
	>97,5 – 99 % Perzentil	hoch	hoch	sehr hoch	extrem
>99 % Perzentil	hoch <sup>***)</sup>	sehr hoch	sehr hoch	extrem	extrem

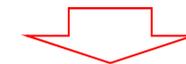
(Zusammenführung der Parameter über Kreuzmatrixen).

# Thermisch belastete Siedlungsgebiete - Wirkräume (II)



## Thermische Betroffenheit

(Auflösung: Rechengitter 200 m x 200 m)



## Ermittlung der thermisch belasteten Siedlungsgebiete

(Aufsummierung der Rechengitter mit mind. mittlerer thermischer Betroffenheit, die innerhalb der Siedlungsgebiete liegen (Siedlungsgebiete umfassen hier VRG\* Siedlungsgebiete, Bestand/ VRG Industrie und Gewerbe, Bestand)

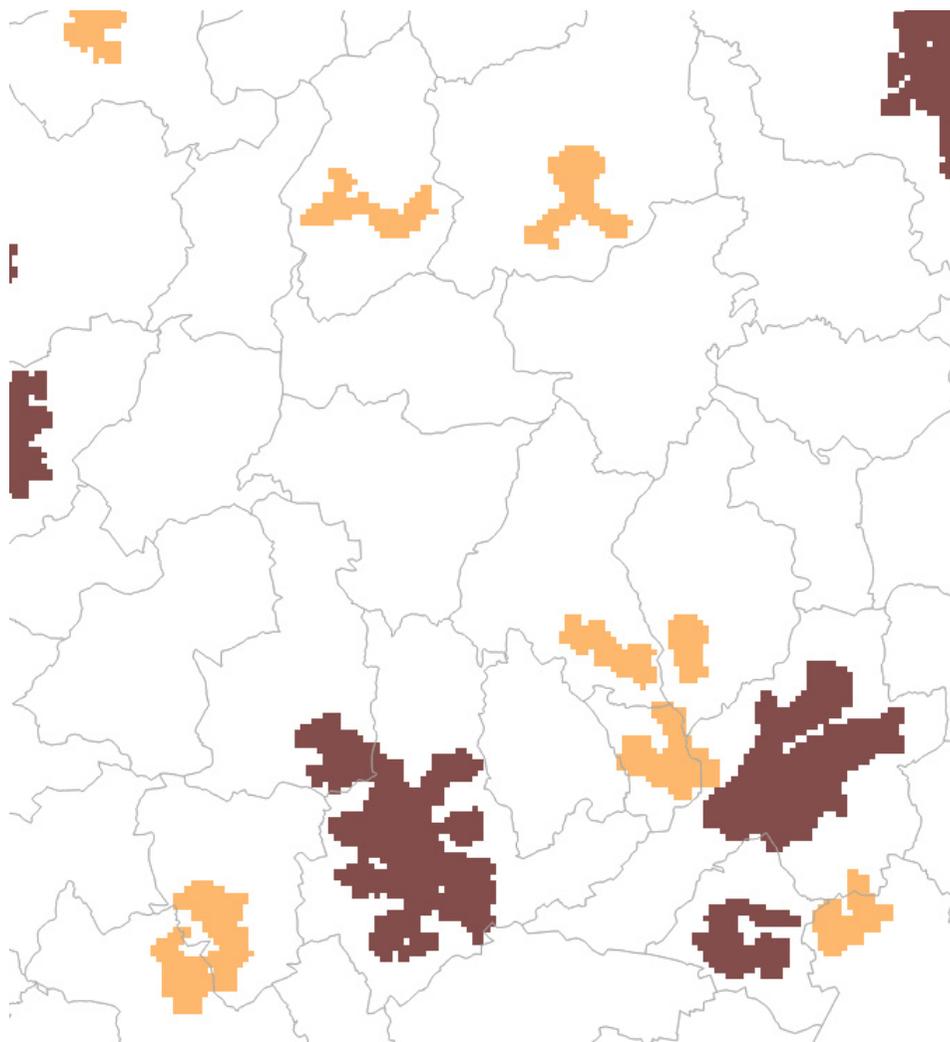
**großer** Flächenanteil (Rechengitter) mit mittlerer bis extremer thermischer Betroffenheit (> 120 ha bis unter 200 ha)

**sehr großer** Flächenanteil (≥ 200 ha)

\* VRG = Vorranggebiet



# Thermisch belastete Siedlungsgebiete - Wirkräume (III)



## Ermittlung der thermisch belasteten Siedlungsgebiete

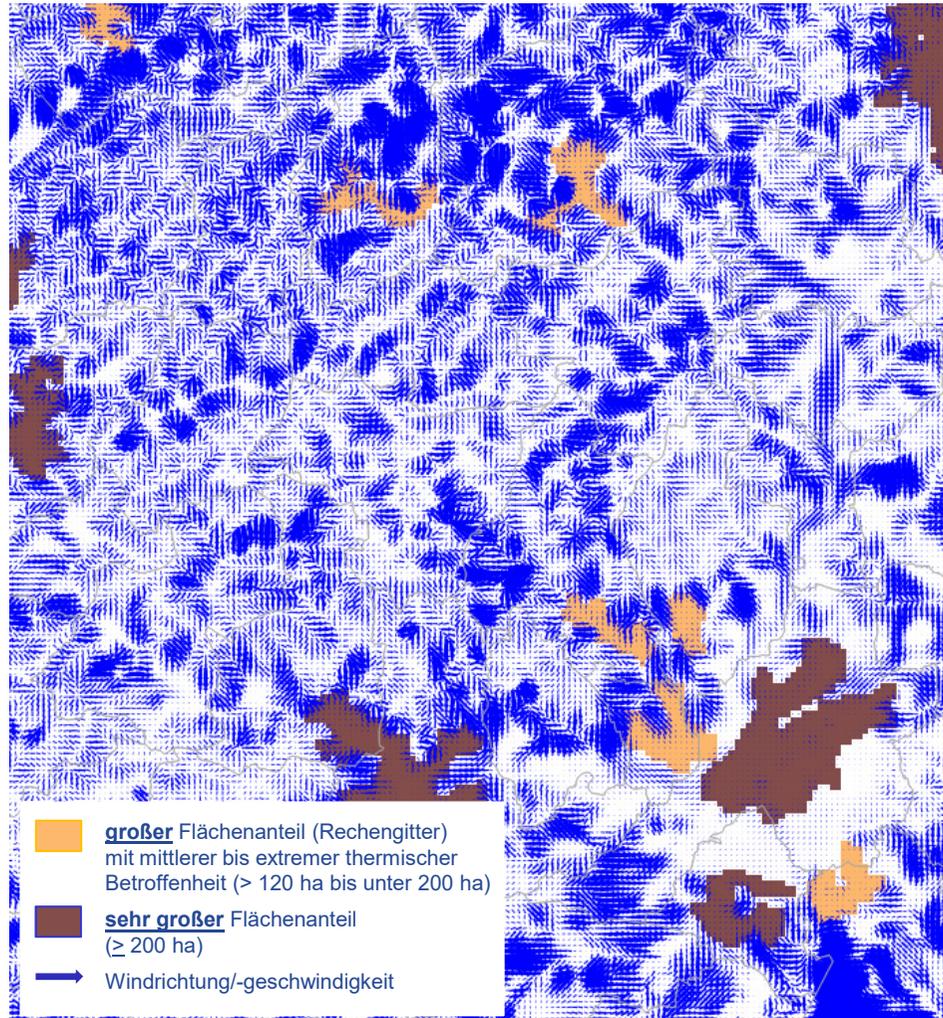
*(Aufsummierung der Rechengitter mit mind. mittlerer thermischer Betroffenheit, die innerhalb der Siedlungsgebiete liegen (Siedlungsgebiete umfassen hier VRG\* Siedlungsgebiete, Bestand/ VRG Industrie und Gewerbe, Bestand)*

 **großer** Flächenanteil (Rechengitter) mit mittlerer bis extremer thermischer Betroffenheit (> 120 ha bis unter 200 ha)

 **sehr großer** Flächenanteil ( $\geq 200$  ha)

\* VRG = Vorranggebiet

# Ermittlung zugehöriger klimarelevanter Freiflächen (I)



## Hinweis:

Alle unversiegelten Freiflächen produzieren in unterschiedlichem Umfang Kaltluft. Strömungssysteme sind z.T. sehr großräumig.

## Erforderlich:

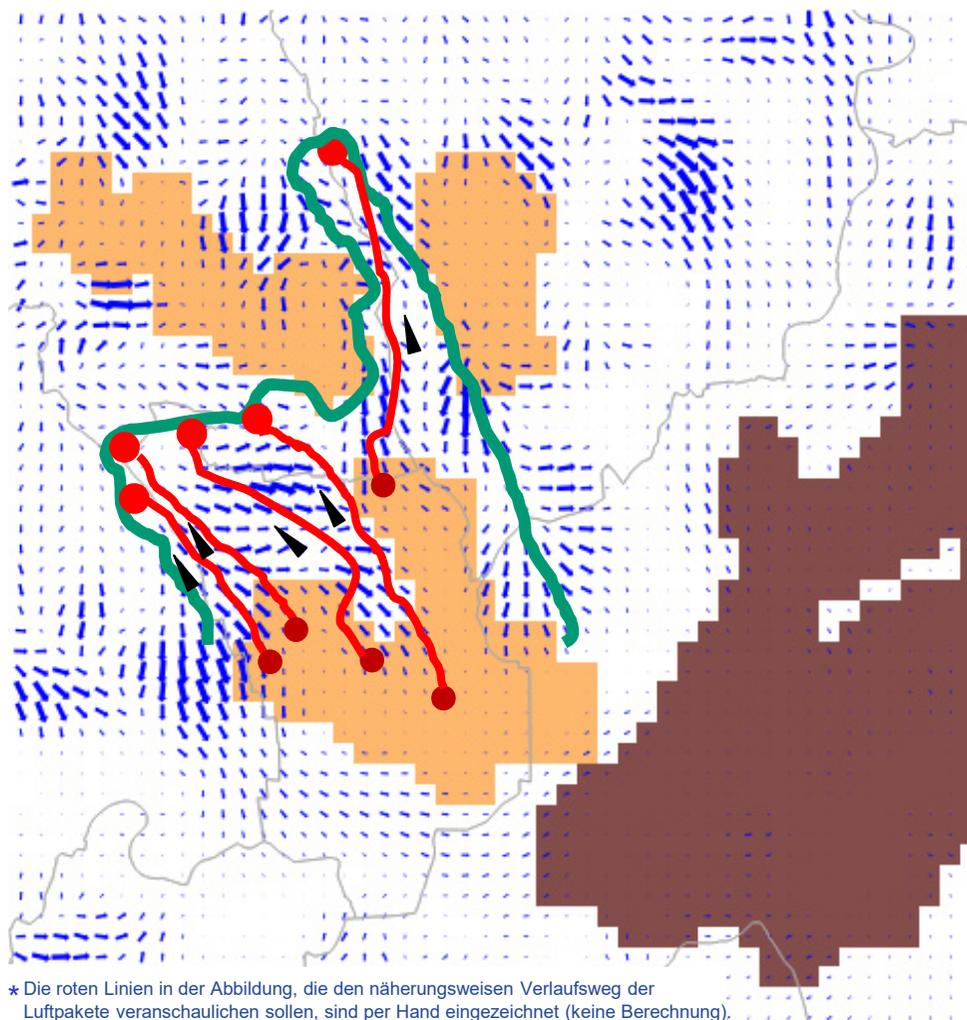
Abgrenzung der klimarelevanten Freiflächen (Ausgleichsräume)

⇒ über Trajektorien

(Verfolgung der Luftteilchen auf ihrem Weg)



# Ermittlung zugehöriger klimarelevanter Freiflächen (II)



\* Die roten Linien in der Abbildung, die den näherungsweise Verlaufsweg der Luftpakete veranschaulichen sollen, sind per Hand eingezeichnet (keine Berechnung).  
Auch die Abgrenzung der relevanten Freifläche ist händisch eingezeichnet.

## Rückwärtstrajektorien

(Verfolgung von Luftpaketen / -teilchen über einen definierten Zeitraum - ausgehend vom Endpunkt, an dem das Luftpaket zum Erliegen kommt (hier: thermisch belastetes Siedlungsgebiet) Richtung Kaltluftentstehungsgebiet)

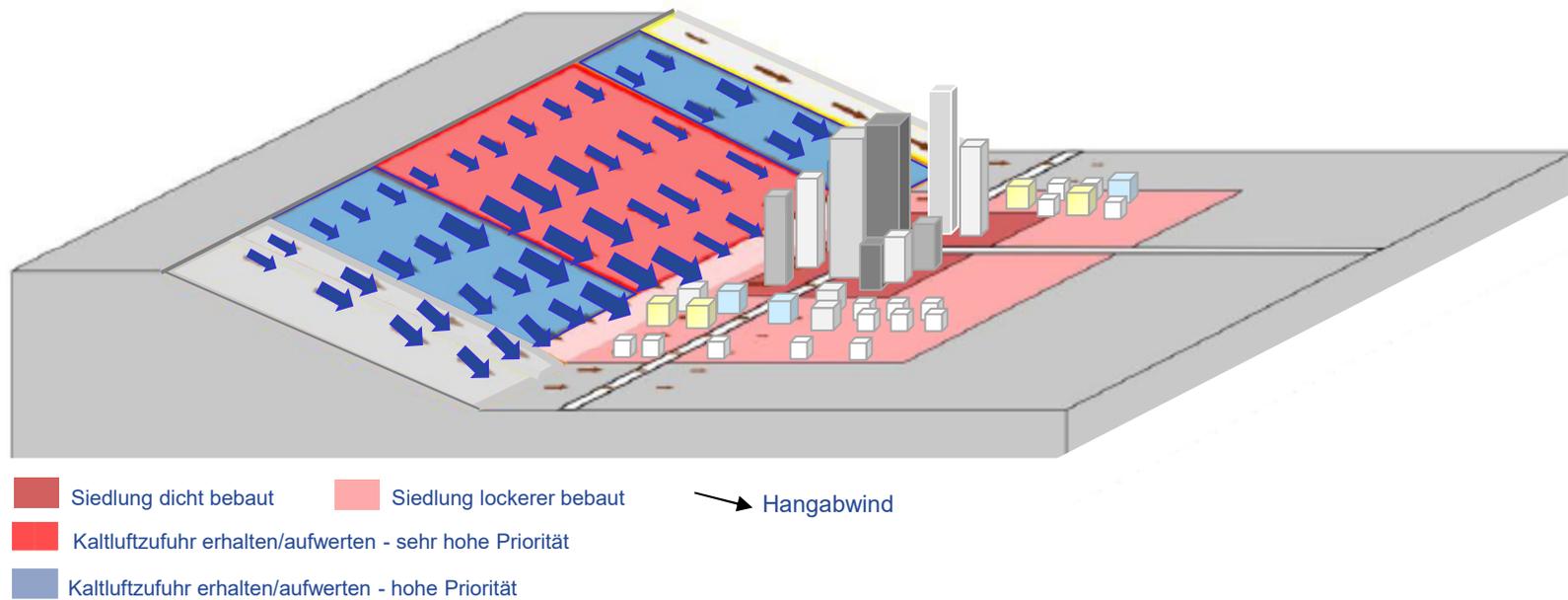
### Skizze:



**— Klimarelevanter Freiraum für thermisch belastetes Siedlungsgebiet (Wirkraum)**  
(Planerische Setzung:  
nur innerhalb der Fläche werden VRG/VBG für besondere Klimafunktionen vorgeschlagen)

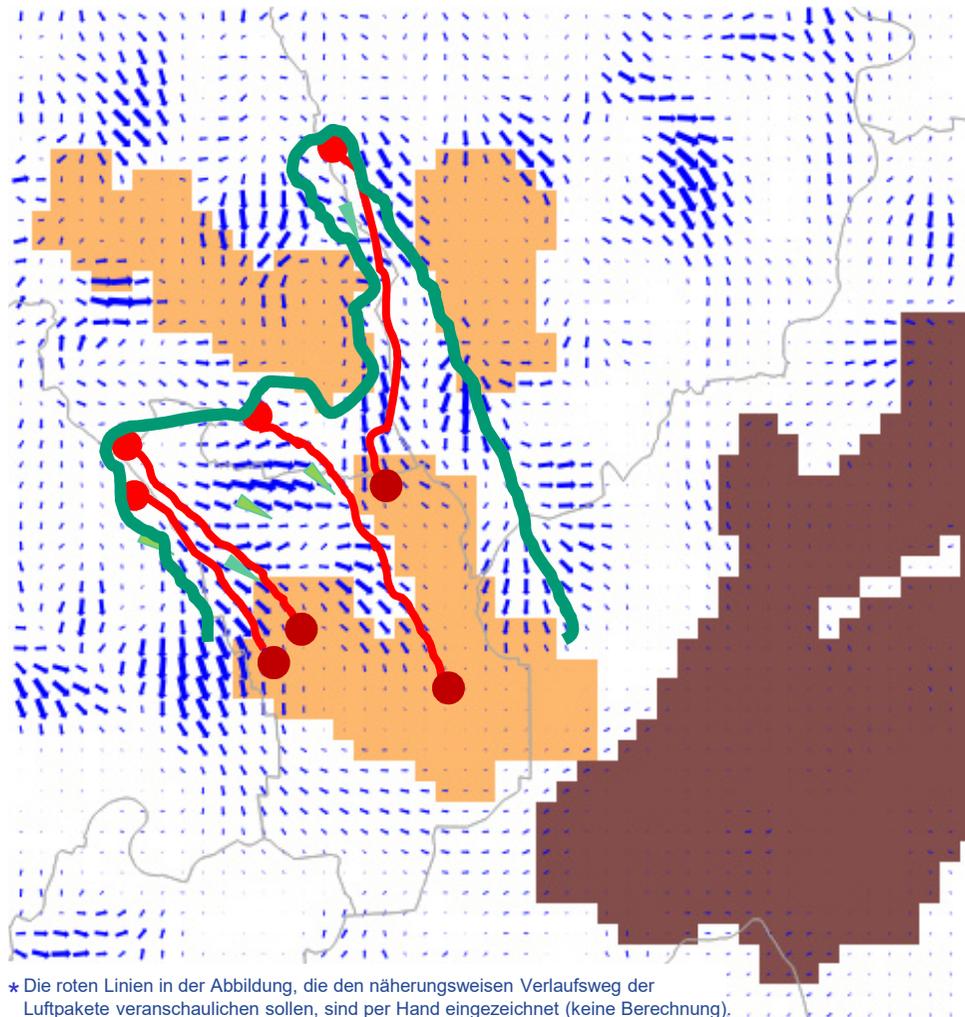
# Ermittlung zugehöriger klimarelevanter Freiflächen (III)

Skizze (vereinfachte Darstellung):





# Ermittlung zugehöriger klimarelevanter Freiflächen (IV)

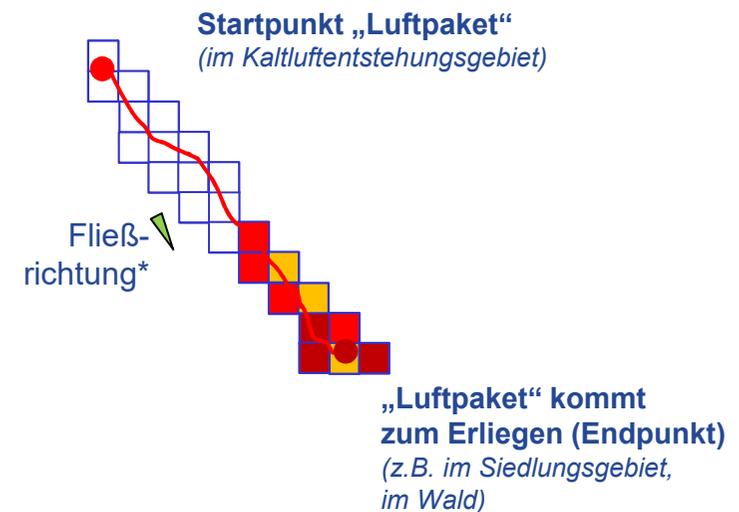


\* Die roten Linien in der Abbildung, die den näherungsweisen Verlaufsweg der Luftpakete veranschaulichen sollen, sind per Hand eingezeichnet (keine Berechnung).

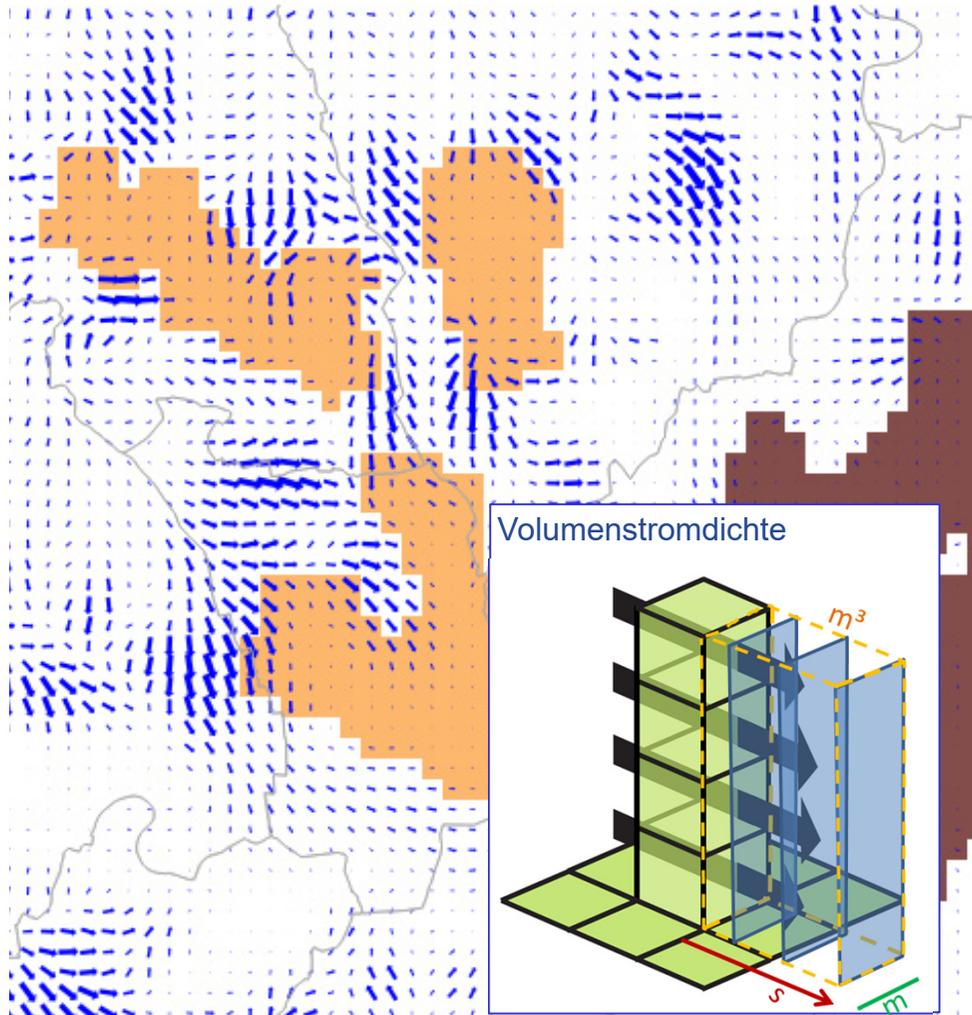
## Vorwärtstrajektorien

(Verfolgung von Luftpaketen / -teilchen über einen definierten Zeitraum, Start der Verfolgung im Kaltluftentstehungsgebiet)

Skizze:



# Belüftungsrelevanz für bedeutsame Wirkräume (I)



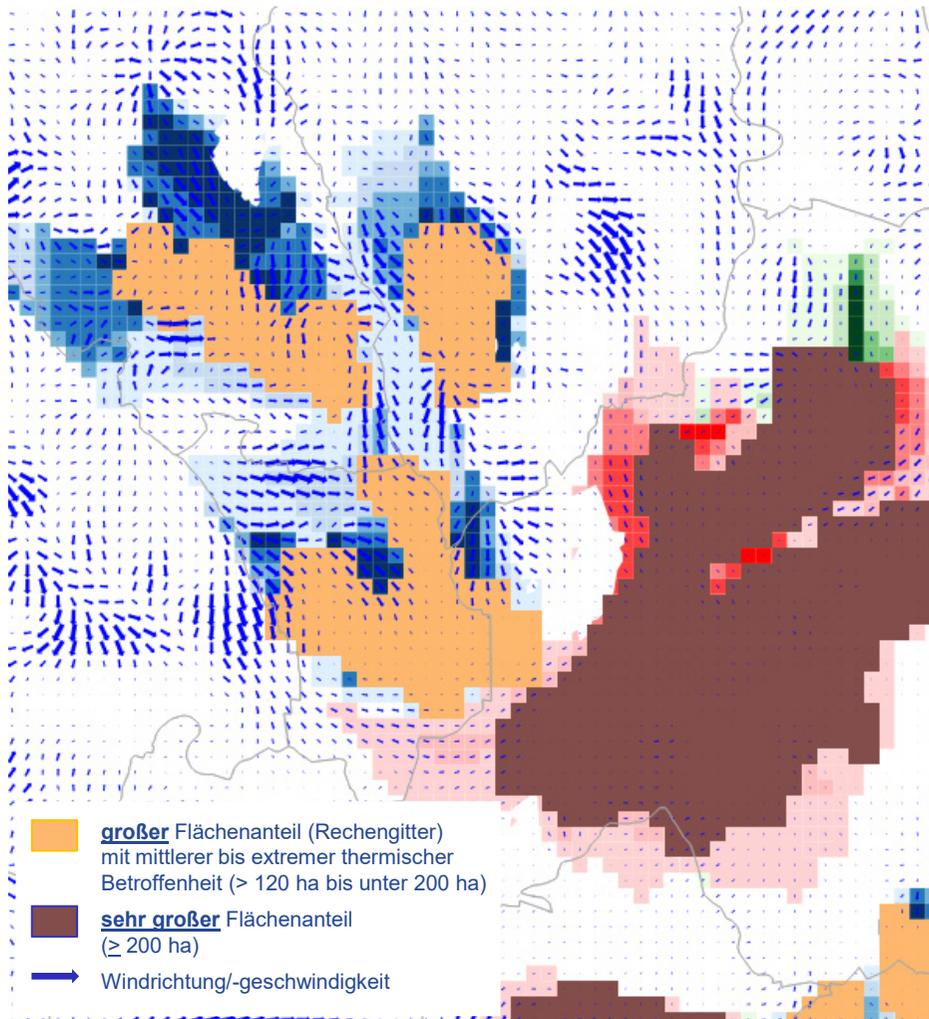
## Hinweis:

Die großräumige Gebietskulisse (Gesamtfläche HE) machte es erforderlich, zahlreiche Simulationsschritte automatisiert durch einen allgemeingültigen, objektiven Algorithmus vorzunehmen.

Die Einstufung der Relevanz der klimarelevanten Freiflächen ist das rechnerische Simulationsergebnis – basierend insb. auf der:

- Eindringtiefe des „Luftpaketes“,
- Anzahl der Rechengitter, die durch das „Luftpaket“ durch-/überströmt werden,
- Ausprägung der thermischen Betroffenheit der überströmten Rechengitter,
- Zeit, die das „Luftpaket“ bis zum Eindringen in das thermisch belastete Siedlungsgebiet benötigt,
- Volumenstromdichte (Produkt aus Geschwindigkeit und Schichtdicke, Maß für die Menge an abfließender Kaltluft ( $\text{m}^3 / \text{m} \cdot \text{s}$ )).

# Belüftungsrelevanz für bedeutsame Wirkräume (II)



## Belüftung thermisch belasteter Siedlungsgebiete (Wirkräume)

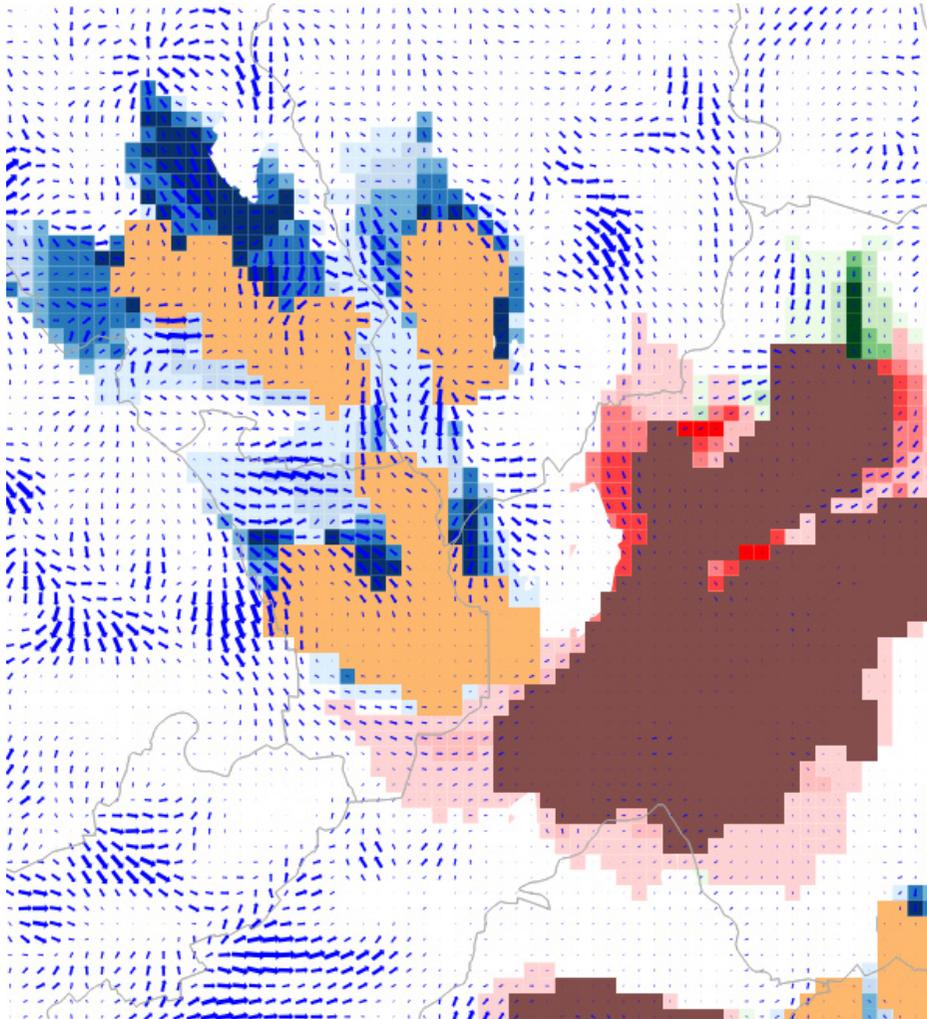


*Die Relevanz des Freiraumes (Ausgleichsraum) ist umso höher, je mehr Rechengitter mit thermischer Belastung von Luftpaketen / -teilchen überströmt werden. In die Relevanzbewertung fließen auch die Ausprägung der thermischen Betroffenheit (z.B. mittel, hoch, sehr hoch, extrem) der überströmten Rechengitter sowie der Zeitfaktor, d.h. die „Reisezeit“ des Luftpaketes mit ein.*

# Belüftungsrelevanz für bedeutsame Wirkräume (III)



# Belüftungsrelevanz für bedeutsame Wirkräume (IV)



## Hinweis:

Die großräumige Gebietskulisse (Gesamtfläche HE) machte es erforderlich, zahlreiche Simulationsschritte automatisiert durch einen allgemeingültigen, objektiven Algorithmus vorzunehmen.

Die Einstufung der Relevanz der klimarelevanten Freiflächen ist das rechnerische Simulationsergebnis.

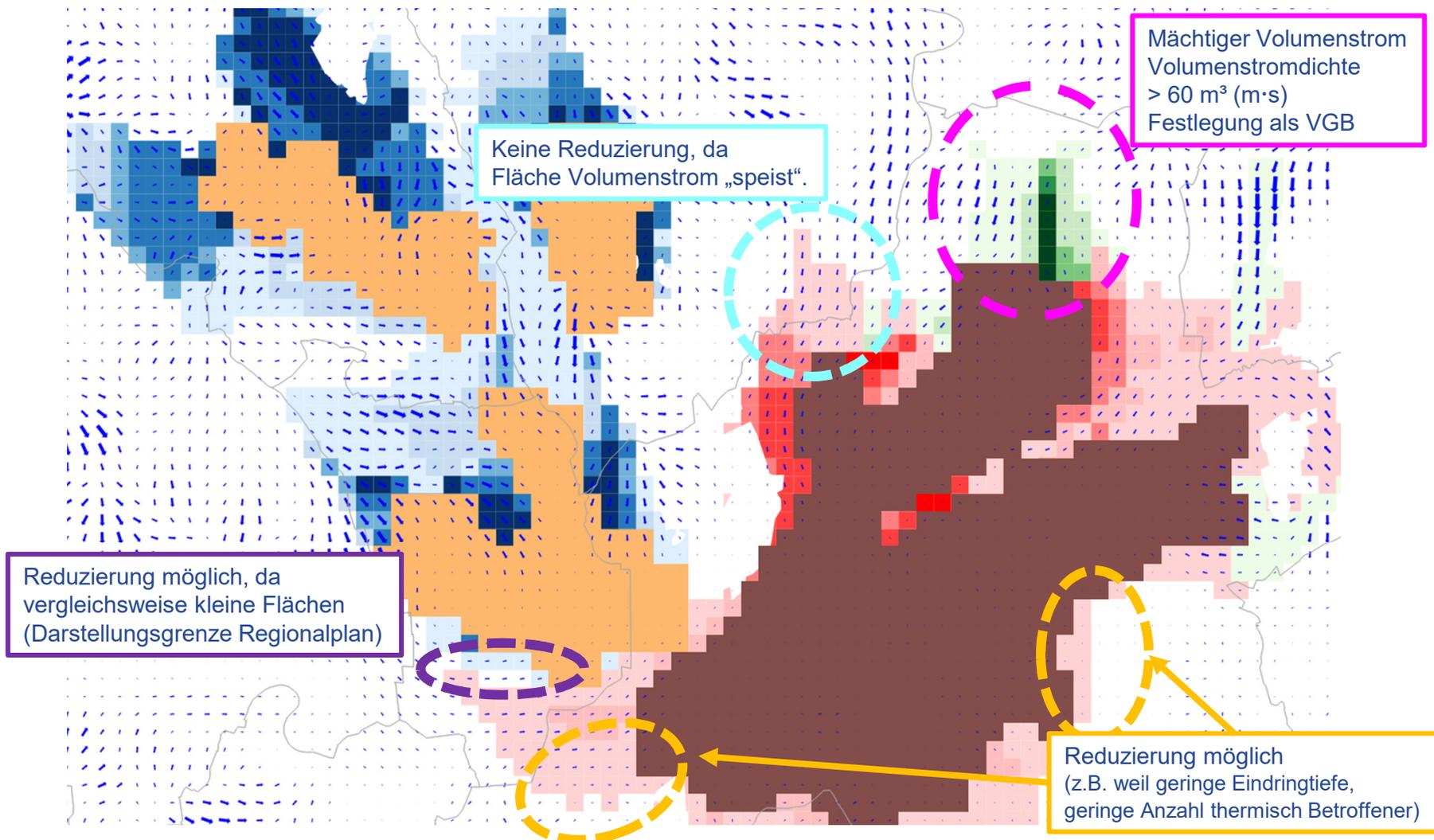
## Abwägungserfordernis:

Die Landesweite Klimaanalyse ist eine Datengrundlage, die in die Abwägung einzustellen ist.

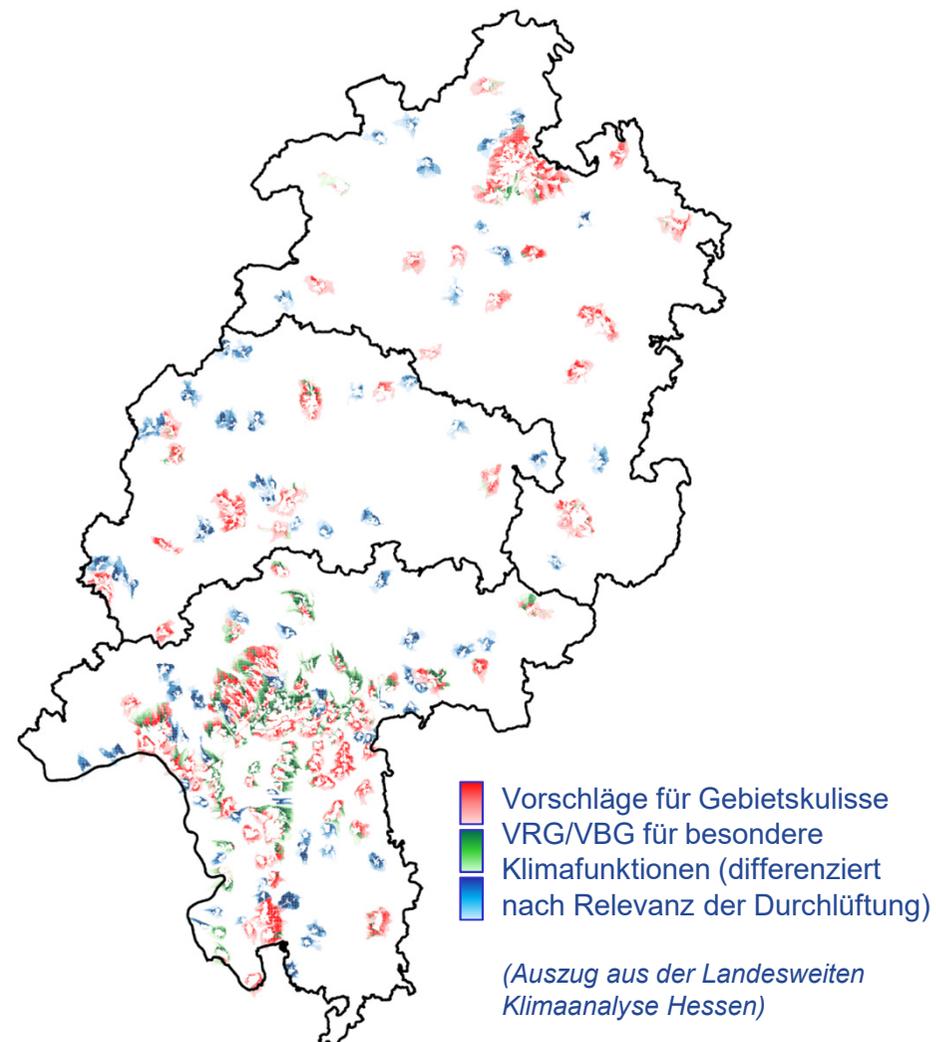
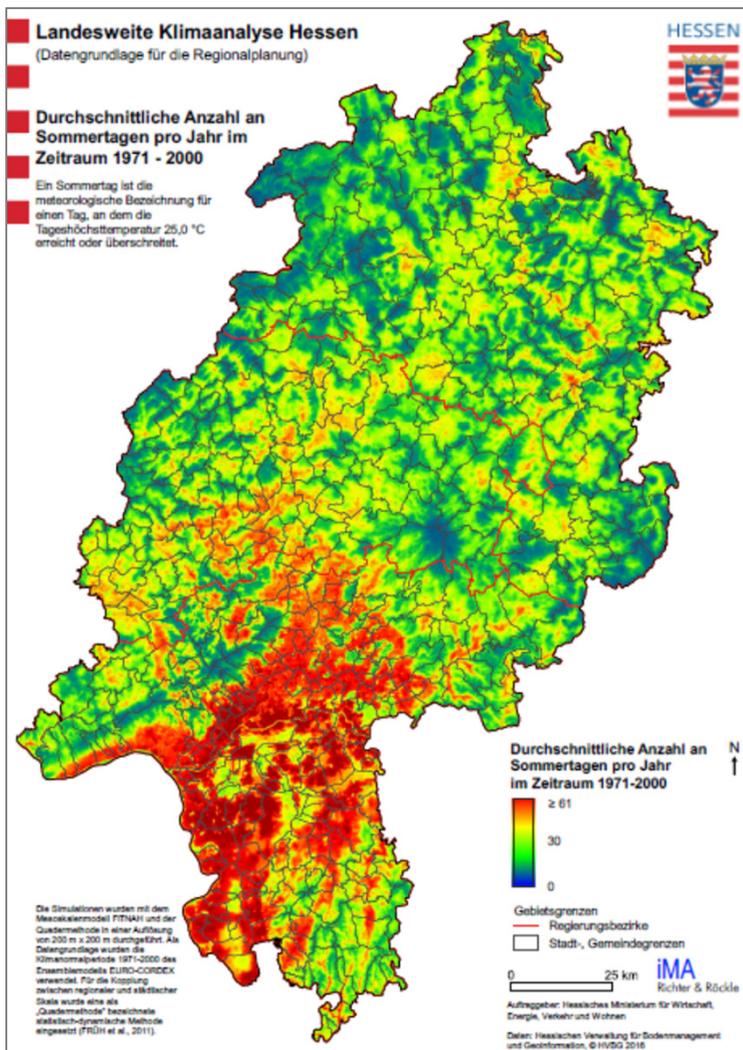
Die Differenzierungsmöglichkeiten bieten einen zusätzlichen planerischen Spielraum.

# Belüftungsrelevanz für bedeutsame Wirkräume (V)

## Weitere Differenzierungsmöglichkeiten – Beispiele (vereinfacht)



# Wirkräume / klimarelevante Freiflächen



# Zusammenfassung wesentlicher planerischer Setzungen

---

## Fokussierung auf thermische Situation:

Lufthygienische Situation wird sich voraussichtlich weiter verbessern, Datensatz ist simuliert worden, geht jedoch nicht in die Abgrenzung der VBG/VRG für besondere Klimafunktionen ein.

## Thermisch belastete regional bedeutsame Siedlungsgebiete:

Regionalplanerisch relevant sind Siedlungskörper, die eine Mindesthäufigkeit von Rechengittern mit einer (mittleren bis extremen) thermischen Betroffenheit aufweisen ⇒ ermittelt in einem iterativen Prozess (120 ha bis unter 200 ha /  $\geq$  200 ha)

## Relevante Strömungssysteme:

Bewertung der Strömungssysteme in Abhängigkeit der Durchlüftungsfunktion / Eindringtiefe (Aufsummation der durch die „Luftpakete“ überströmten Rechengitter „thermische Betroffenheit“ + Berücksichtigung eines Zeitfaktors)

⇒ Differenzierung der Relevanz der Belüftungswirkung in je fünf Stufen.

Relevant sind die Strömungssysteme in 5 m Höhe in der 2. Nachthälfte um 04:00 Uhr (Strömungssysteme sind dann am stabilsten und umfassen einen Großteil der Strömungssysteme von 22:00 Uhr).

HESSEN



Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Wohnen

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Dr. Natalie Scheck**

Referat Landesentwicklungsplan, Landesplanung,  
Europäische Raumentwicklung